

## Oldható fehérjében fellépő minőségi változások a fagyasztva tárolás következtében

MAHFOOZ' GOMA

Agrártudományi Egyetem,  
Sebinelkom, Egyesült Arab Köztársaság

GYÖNÖS KÁROLY

Budapesti Felsőfokú Élelmiszeripari Technikum  
Technológiai Tanszék

Érkezett: 1970. június 16.

Egy nagyobb kísérleti munka részeként, a különböző hőmérsékleteken fagyasztva tárolt húsminták kicsepegő levében levő fehérje komponensek változását vizsgáltuk keményítógél elektroforézises módszerrel. A vizsgálatokat az eddigiekben főként hús homogenizátumból végezték. A préseléssel nyert kicsepegő lé vizsgálati eredményei kiválóan reprodukálhatók, nem kell tartani a hibás homogenizálásból származó nem oldható fehérjék inhomogén eloszlásától. A présle egyéb összetevőinek vizsgálata értékes kiegészítést szolgáltat az oldható fehérjeösszetétel minőségi jellemzőinek elbírálásában. A közvetlen vágás utáni húsfehérje komponensek változását sok kutató (1) vizsgálta a mi általunk is használt elektroforetikus módszerrel, az érlelés utáni szakaszban, a tárolás körülményei között végbemenő változások vizsgálatával azonban kevesen foglalkoztak, és ezekről nagyon kevés közlemény jelent meg. *Fujimaki* és *Nakajima* (2) közölték, hogy a konvencionális elektroforézis analízissel igen kis mértékű változást tudtak megállapítani a hús érlelése során a szarkoplazmatikus protein oldhatóságában. *Zender* és munkatásai (3) 1958-ban, később *Kronman* és *Winterbotton* (4) közölték, hogy az emlős állatok hús-szövetekben csak az érlelés utolsó időszakában jön létre kis változás, s ezt a fehérje bomlástermékeinek lassú megjelenése követi.

*Fischer* (5) acryl-amid gélen végzett elektroforézises vizsgálattal két sávot tudott elkülöníteni csirkeizmok vizsgálata során a szarkoplazmából. Megállapította, hogy a halált követő 24 óra alatt az érlelés során az egyik sáv eltűnik.

Ezzel szemben *Nelin* és *Rose* (6) csirke mellizmot vizsgálva megállapították, hogy több komponens különíthető el az érlelés időszakában, mint a hullamerevség vagy az azt megelőző állapotban.

*Fujimaki* és *Deatherage* (7) ioncserélő cellulóz-kromatográfia módszert használva megállapították, hogy az érlelt ökörizomban a frakciók száma és frakciókenti mennyisége is csökken. E csökkenést a fehérjék denaturációjának tulajdonították. Az állatok leölése után közvetlenül, a szarkoplazmában legalább 14 frakciót tudtak elkülöníteni.

*Rampton* és munkatásai (8) cellulózszlop-kromatográfias módszerrel megállapították, hogy a marhahús különféle izomszöveteinek puhasága nem mutat korrelációt az elektroforogramokon megjelenő csíkokkal. Nem találtak összefüggést az állatok kora és neme szerint sem, de felismerték azt, hogy változás van a halált követő érlelési folyamat előrehaladásával. Az egyes zónákban a csíkok sokkal határozottabbá, határai jobban megkülönböztetettebbé válnak a 0, tehát kiindulási idő, a 24 órá, 7 és 14 napos mintákból készített elektroforézises kromatogramokon.

Ezen vizsgálatok eredményeiből a szerzők azt a következtetést vonták le, hogy a kromatogramokon jelentkező változások, az érlelés előrehaladása során a szarkoplazmatikus proteinekben végbemenő kvalitatív változásokkal függenek össze.

*Rampton* és munkatársai 1965-ben ioncserélő kromatográfiás módszerrel megállapították, hogy a halált követő 24 óra után a szarkoplazmatikus proteinek 16–18 különböző frakcióra különíthetők el. A halált követő 10 napos érlelés után az előzően észlelt frakciók közül egyesek eltűntek, s ugyanakkor egyes új frakciók jelentek meg.

*Golovkin* és *Meluzova* 1969-ben (9) vizsgálták a hosszantartó fagyasztott hús tárolása közben végbemenő változásokat 18 °C-on. Elektroforézises eljárással elválasztották a globuláris fehérjéket. A fibrilláris fehérjéket 1–2 °C-on gélen való szűréssel nyerték ki. A frakciókat ultraibolya spektrofotometriás módszerrel vizsgálták, s megállapították, hogy a hús fehérjei 2 hónapi tárolás alatt denaturálódnak, és a továbbiakban proteolitikus folyamatok játszódnak le azokban. A fibrillárisok közül az aránylag kis molekulájúak proteolitikus aktivitással rendelkeznek. A tárolás 2–7 hónapja alatt feltevésük szerint a húsban különféle fehérje aggregációs jelenségek is végbemennek, és a 7 hónapos tárolás végéig a proteolitikus folyamatok dominálnak.

### Anyagok és módszerek

A kísérlethez közel azonos korú és súlyú szarvasmarhákat választottunk ki, amelyeket felezett állapotban 6 °C-os hűtőben 48 óráig tároltunk. A fél testek kicsontozásakor a rostélyos részt (5–12 hátcsigolya részt) kiemeltük, 1 kg-os darabokra vágtuk, s ezeket használtuk vizsgálatainkhoz.

A lecsepegő lé kinyerését a mintákból préseléssel végeztük. A meghatározott súlyú hús adagot szabályos kocka méretekre daraboltuk, az alján furattal és szűrőrács betéttel ellátott üvegdádba helyeztük egyenletesen kiterítve, és a rétegre egyenletes súly-elosztást biztosítva nehezéket helyeztünk. Mértük a lecsepegő présle mennyiségét és az ütemét (időelosztásban).

A húsmintákat –40 °C-on 24 órán keresztül fagyasztottuk, majd –5, –15, –20 és –30 °C-os tárolókba helyeztük 6 hónapos tárolási időre. A mintákat polietilén csomagolásban fagyasztottuk, tároltuk és vizsgáltuk. A lecsepegő présleiben levő fehérje-komponenseket keményítőtégél-elektroforézissel vizsgáltuk, és a friss húsból –7 °C-on tárolt kontroll-hús lecsepegő levélvel hasonlítottuk össze. A fagyasztott húsminták felengedését 3–4 °C-on 48 óráig végeztük. A vizsgálatokkal párhuzamosan friss húsból nyert préslevét különböző ideig tartó 37 °C-on történő 16, 24 és 40 óra tárolás után elektroforézises vizsgálat alá vettük.

A vizsgálatoknál felhasznált keményítőtégél előállítását speciális módon végeztük. A kereskedelmi minőségű burgonyakeményítő acetónban sósav jelenlétében 37 °C-on 90 percig hidrolizáltuk. Az így hidrolizált keményítőtéből a gélát az alábbi gélpuffer összetétellel készítettük: 184 g trihidroximetilaminonitrát, 21 g citromsav, 2000 ml desztillált vízben feloldva. A törzsoladéktól 1 : 10 arányban történő hígítással állítottuk elő a puffert, amelynek pH-ja 8,6.

Az elektród-puffer: 111,6 g bórsav, 11,6 g nátriumhidroxid, 6006 ml desztillált vízben feloldva.

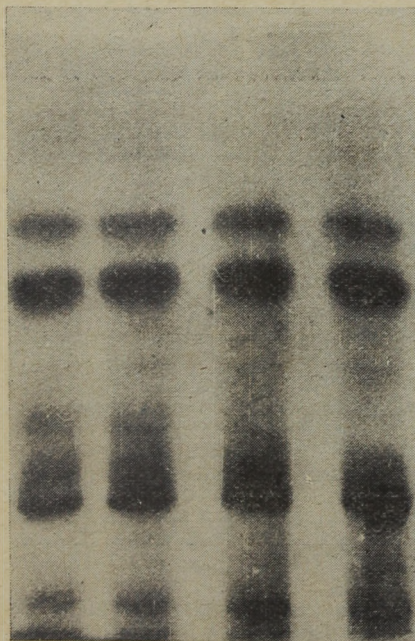
13% keményítőtégélt főztünk oly módon, hogy a kimért keményítő mennyiségét a szükséges puffer 1/3-ával hidegen szuszpendáltuk, a megmaradt puffermennyiséget felforraltuk, és forrón a szuszpenzióhoz kevertük. Ilyen körülmények között az anyag kocsonyássá dermedt a lombikban, s így alumínium-fóliával lezárva nyomás alatt (kuktában) 1 órán át főztük. A főzés után a nyomás alóli felengedéssel az anyagot buborékmentesítettük. A keményítőtégél főzé-

sének ez a módja eltér az irodalomban megadott előírásoktól. A plexiből készült tartókba töltött géll megdermedése után a vizsgálandó húslevet szűrőpapírcsíkba itatva betápláltuk. Az elektroforézist 300 V feszültséggel 4–4 órán keresztül végeztük. Az elektroforézis befejezése után a gél tömböt kiemeltük, 1 mm vastag szeletekre vágtuk, szűrőpapírra fektettük, és amidofekete 10 B oldatban fehérje festést végeztünk. Amidofekete festék összetétele: 450 ml 1 molos ecetsav, 0,1 molos nátriumacetát 1 : 1 arányú keverékéhez 50 ml glicerint és 0,5 g amidofekete 10 B-t adtunk. Festés után az amidofekete felesleget differenciáló oldattal eltávolítottuk. A differenciáló oldat összetétele: 10 ml jégcet, 75 ml glicerint, desztillált vízzel 500 ml-re feltöltve.

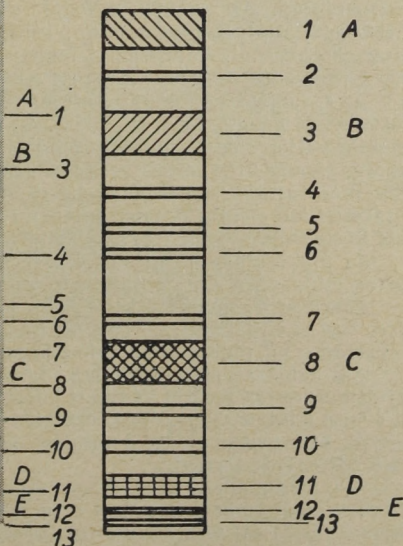
### Eredmények értékelése

Az eredmények értékelésénél a keményítőgél-elektroforézis képeken látható változásokat a csíkok megjelenését vagy eltűnését, a főcsíkok minőségét mind figyelembe vettük.

Az első kísérletből származó minták elektroforézises képeiről (1. ábra) meg lehet állapítani, hogy a tárolás során egyes fehérje komponensek eltűnnek (szokott helyen a csíkok nem jelennek meg), mások megjelennek (új csíkok jelennek meg), vagy az eredetiek közül egyesek növekednek (a csíkok erősebbek). A kevésbé mobilis, vízben diffúz, fehérje elválást mutat. Ilyen jellegű változások minden kísérlet eredményeiben (2., 3., 4. és 5. ábra) mutatkoznak. Mindegyik oszlopban megjelennek az ún. főcsíkok (A–B–C–D–E) különböző, változó



1. ábra



2. ábra

Csíkok \ Tárolási idő, óra		0	16	24	40
A-1	+	+	+	++	++
	2	∅	∅	∅	∅
B-3		+++	+++	+++	++++
	4	∅	+	+	+
	5	+	+	D	∅
	6	+	+	D	∅
	7	+	+	D	D
C-8		++	++	+++	+++
	9	∅	∅	∅	D
	10	∅	∅	∅	+
D-11		+	+	++	++
E	12	D	+	+	+
	13	D	+	+	+

intenzitásban. Az intenzitási fokot +, ++ és +++-tel jelöltük. Azokat a csíkokat, amelyek nem mindig jelentkeznek, az oszlopban számokkal jelöltük, összesen 13 fordult elő vizsgálatainkban. Összehasonlítási alapul szolgáló oszlopban felrajzoltuk a főcsíkokat és az összes többi csík helyét (2. ábra).

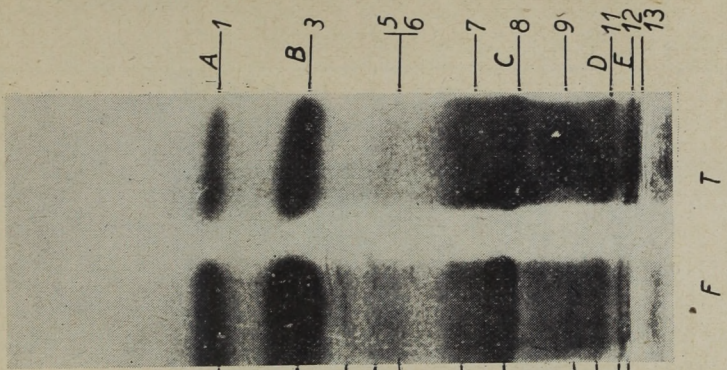
Az 1. táblázatban feltüntetett adatok az 1. ábráról származnak, innen olvashatók le. Megállapítható, hogy a 37 °C-on tárolt lé mintákhoz tartozó oszlopon jelentős változások történtek. A 16 órás tárolás után megjelenik a 4. csík, és csak 40 órás tárolás után jelenik meg a 10. csík. Az 5-ös és 6-os csíkok 24 órás tárolás után már diffúzzá válnak, és 40 óra után a 6-os csík már el is tűnik. A fő csíkok, a tárolási idő előrehaladtával intenzívebbé válnak, különösen látható ez a 8-as csík környékén olyannyira, hogy a tárolás végén a 7., 8. és 9. csík egybeesik.

Az újabb csíkok megjelenése, a meglévők intenzívebbé válása, illetve egyes csíkok eltűnése, a fehérje hidrolízisére, denaturálódására vezethető vissza.

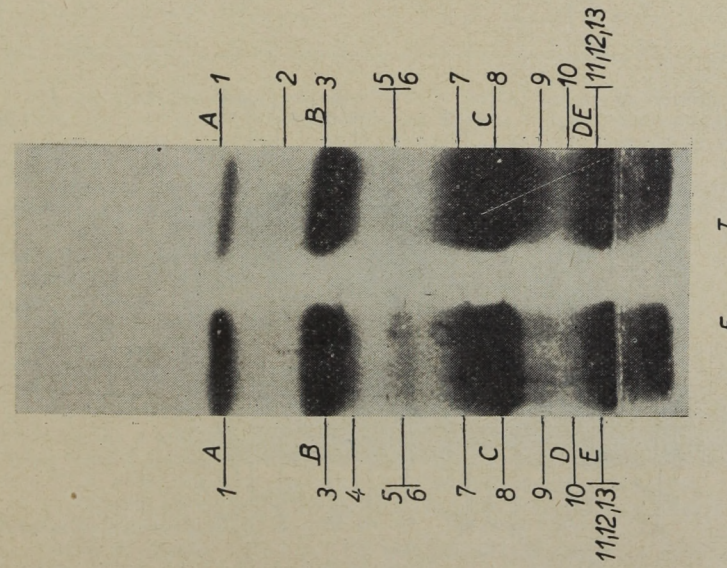
Rampton és munkatársai (1965), Zender és munkatársai (1958), valamint Kronman és munkatársai (1960) a hús érlelésével foglalkozva 10 napos tárolás folyamán a mi tapasztalatainkhoz hasonló jelenségeket észleltek.

A 2. táblázatban feltüntetett adatok -5 °C, -15 °C, -20 °C és -30 °C-on tárolt húsminták levéllel készített képek alapján készültek. A kontrollként vizsgált friss minták oszlopaiban, érthetően alig változik a csíkok száma. A tárolt minták oszlopaiban pedig a tárolási hőmérséklettől függően különböző mértékű változások történtek.

A 3. ábrán, amely a -5 °C-on tárolt mintákat reprezentálja, a többi ábrától eltérően megjelenik a 2. csík s ezen felül a „C” főcsík és a 37 °C-on 40 óráig történő tárolással vizsgált mintáknál észleltekhez hasonló módon a 7., 8. és 9. csík egybeolvad.



-15 °C  
4. ábra



-5 °C  
3. ábra



Csíkok \ Tárolási hőfok	- 5		- 15		- 20		- 30	
	F	T	F	T	F	T		
A-1	++	+	++	+	++	+	++	+
2	∅	+	∅	∅	∅	∅	∅	∅
B-3	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	++
4	+	∅	+	∅	+	∅	+	∅
5	} ++	+	+	} D	+	} D	+	} D
6			+				+	
7	D+	D+++	+	++	+	+	+	+
C-8	+++	++++	++	++	++	++	++	+
9	+	D	∅	+	+	++	D	+
10	∅	D	+	∅	∅	∅	+	D
D-11			+	+	+	+	+	+
E {	12	Diff	Diff	+	++	+	+	+
	13			+	++	±	±	+

A friss mintáknál megjelenő 4. csík a tárolás folyamán minden hőfokon eltűnik. Az 5. és 6. csík diffúziója minden tárolási hőmérsékleten végbemegy.

Amint előbb említettük, ezek a változások a fehérjék enzimes hidrolízisére, és a fellépő egyéb denaturálódási folyamatokra vezethetők vissza.

*Fujimaki és Deatherage* 1964-ben észlelték, hogy a frakciók száma és ezek intenzitása csökken a fehérjék károsodása következményeként.

A -30 °C-on tárolt minták esetében (6. ábra) tapasztaltuk a legkisebb változást a fehérje komponensek között, s ezt azzal magyarázzuk, hogy ezen a hőmérsékleten az enzimes hidrolízis nagy mértékben csökken. A változás egyéb denaturációs folyamatok számlájára írható.

A -15 °C-on és -20 °C-on tárolt minták a -30 °C-on tárolt mintákhoz hasonlítva nagyobb elváltozásokat mutatnak. Az enzimes hidrolízis erőteljesebb hatásaként magyaráztuk meg azt, hogy a -15 °C-on a 7., 8. és 9. csík (4. ábrán) és -20 °C-on a 8. és 9. csík intenzívebbé válik (5. ábrán).

Vizsgálatainkkal megállapítottuk, hogy az elektroforézises vizsgálati képek jól mutatják a különféle hőmérsékleteken tárolt húsok eltérő változásait. A -5 °C-on történő tárolás alatti változásokra nagyon jellemző a 2. csík keletkezése és a 7., 8. és 9. csík diffúziója, illetve intenzívitásának növekedése.

A tárolási idővel a hőmérséklettől függően változnak a fehérje bomlástermékek összetevői is.

*Abrel és Merkel* 1966-ban (10) megállapították, hogy az elektroforézises képek nem mutatnak összefüggést az állatok nemével vagy korával, s így az általunk is használt keményítőgél-elektroforézises vizsgálati módszer, üzemekben, laboratóriumokban ellenőrzési módszerként, egyszerűségüknél fogva jól használható.

- (1) *Vadász György*: — Személyes közlés.  
 (2) *Fujimaki, M. és Nakajima, Y.*: Agr. eshem. soc. Japan 32, 695, 1958.  
 (3) *Zender, R. C., Lataste—Dorolle, Collet, R. A., Rowinski, p, és Monton, R. F.*: Food Research 23, 305, 1958.  
 (4)  
 (5) *Fischer, R. L.*: Campbell soup. co. p. 71, 1963.  
 (6) *Neelin, J. N. és Rose, P.*: J. Food sci 29, 544, 1964.  
 (7) *Fujimaki, N. és Deatherage, F. E.*: J. Food sci. 29, 316, 1964.  
 (8) *Rampton, J. H., Anglemier, A. F. és Montgomery, N. N.*: J. Food. sci 30, 636, 1965.  
 (9) *Golovkin, N. A. és Meluzova, L. A.*: Nemzetközi hűtőipari kongresszus Bp., 1969.  
 (10) *Abrel, E. P. és Merkel, R. A.*: J Food sci. 37, 2, 1951, 1966.

## КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РАСТВОРИМЫХ БЕЛКОВ ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ХРАНЕНИИ МЯСА В ЗАМОРОЖЕННОМ ВИДЕ

*Маfooз Гома и К. Дёнёш*

Авторы при выполнении одной большой опытной работы исследовали методом электрофореза крахмального геля изменение белковых компонентов сока образующегося при оттаивании образцов мяса храненных при различных температурах в замороженном виде.

Установили, что результаты испытаний хорошо показывают различные изменения мяса храненных при разных температурах. Рисунки электрофореза не показывают связь между полами и возрастью скотов и таким образом использованный авторами метод электрофоретического испытания крахмального геля, из-за его простоты, хорошо может быть применен на заводах, в контрольных лабораториях.

## IN LÖSBAREN EIWEISSSTOFFEN INFOLGE DER GEFRIERLAGERUNG EINTRETENDE QUALITATIVE ÄNDERUNGEN

*Mahfooz Goma und K. Gyönös*

Die Verfasser untersuchten als Teil einer grösseren experimentellen Arbeit die Änderungen der im heraustropfelnden Saft von im gefrorenem Zustande gelagerten Fleischproben enthaltenen Eiweisskomponenten vermittelst der Stärkegel-Elektrophoresen-Methode. Sie stellten fest, dass die Versuchsergebnisse die voneinander abweichenden Änderungen der bei verschiedenen Temperaturen gelagerten Fleische gut zum Ausdruck bringen. Die elektrophoretischen Bilder zeigen keinerlei Zusammenhang mit dem Geschlecht oder Alter der Tiere und so kann die auch von den Verfassern angewendete Stärkegel-Elektrophorese als Untersuchungsmethode in Betrieben, in Kontrolle ausübenden Laboratorien ihrer Einfachheit zufolge gut angewendet worden.



## QUALITY CHANGES IN SOLUBLE PROTEINS OCCURRING ON FROZEN STORAGE

*Mahfooz Goma, K. Gyönös*

As part of a greater experimental work the changes occurring in the protein components of the released juice of meat samples chill-stored at different temperatures were studied by starchgel electrophoresis.

It was established that the different changes of the meat samples stored at different temperatures could be adequately followed by the experimental method.

Since electrophoretic patterns do not show any correlation with the sex or age of the animals, the simple starch gel electrophoresis method used by us can be well used in plant as well as in control laboratories.

## LES CHANGEMENTS QUALITATIFS DES PROTÉINES SOLUBLES LORS DU STOCKAGE EN ÉTAT CONGELÉ

*Mahfooz Goma et K. Gyönös*

En effectuant une partie d'un travail expérimental plus volumineux, les auteurs ont étudié les changements des composants protéiques dans le jus écoulant des échantillons de viande stockés en état congelé. On s'y servait de l'électrophorèse dans des gels d'amidon.

On a établi que les résultats des expériences montraient bien les différences dans les changements des viandes stockées à des températures différentes. Les électrophorégrammes ne montrent pas de corrélation avec le genre ou l'âge des animaux, ainsi la méthode électrophorétique dans des gels d'amidon, employée par les auteurs, se prête à des examens d'usine et de laboratoire de contrôle.